

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОАКТИВНОГО ПОЛИМЕРА ПОИАНИЛИНА КАК ЭЛЕМЕНТА ЭЛЕКТМЕХАНИЧЕСКОГО ПРИВОДА

Стучков А.В.

Томский политехнический университет, Институт кибернетики
stuchkovstuchkov@gmail.com

Введение

Современные тенденции развития приводов в мехатронике и робототехнике включают: расширение спектра производимых действий при сохранении и улучшении массогабаритных параметров, существующих технических и биологических приводных модулей [1,2], миниатюризацию [3], гибкость, биосовместимость [4,5]. Одним из способов реализации вышеприведенных задач является использование электроактивных полимеров в качестве приводов.

Электроактивные полимеры (далее ЭАП) - полимеры, способные изменять свою форму и объем под воздействием электрического поля. [6] Понятие ЭАП включает две основные группы полимеров: ионные, которые меняют форму и объем за счёт мобильности или диффузии ионов (сюда относят углеродные нанотрубки, электропроводные полимеры, ионные металл-полимерные композиты и др.) и электронные, в основе действия которых лежат электростатические силы (диэлектрические эластомеры, электрострикционная бумага, электро-вязкоупругие эластомеры, сегнетоэлектрические полимеры и др.) [7].

Сравнение свойств различных видов ЭАП [7, 8] позволяет оценить возможность их применения в качестве приводов. В данной работе выбор ЭАП для исследования был осуществлен в соответствии со следующими критериями: низкая потребляемая мощность, доступность и дешевизна компонентов для изготовления, а также возможности для усовершенствования. Исходя из этих критериев на основе изученной литературы [7,8,9,10,11] а также на основе анализа доступности различных компонентов в качестве объекта исследования были выбраны электропроводящие полимеры, и, в частности, полианилин (далее ПАНИ).

Целью работы является оценка перспективы использования ПАНИ как элемента составного привода в робототехнике.

Механизм работы ПАНИ-привода

Привод на основе электропроводящих полимеров и, в частности, ПАНИ, преобразует электрическую энергию в механическую за счет ионного обмена между полимерными цепями и электролитом (рис. 1) [9]. Масштабирование данного механизма позволяет синтезировать привод пленочного типа (рис. 2, 3). В качестве примера приводится система из трехслойной полимерной пленки, погруженной в электролит. По краям пленки располагаются слои

электропроводящего полимера, в центре - гибкий диэлектрический слой. При подаче напряжения одна полимерная пленка действует в качестве анода, другая в качестве катода. Так как происходит окисление одной пленки и восстановление другой, трехслойная система стремится изогнуться в сторону катода. Чтобы изменить направление изгиба, меняется полярность источника тока.

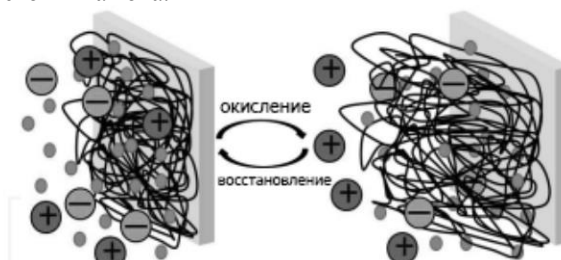


Рисунок 1 - Изменения объема полимерной структуры во время окисления и восстановления полимера, находящегося в контакте с электролитом; на рисунке показаны анионы, катионы, молекулы растворителя (круги меньшего диаметра), а также полимерные цепи [9].



Рисунок 2 - Механизм деформации трехслойной структуры [9]

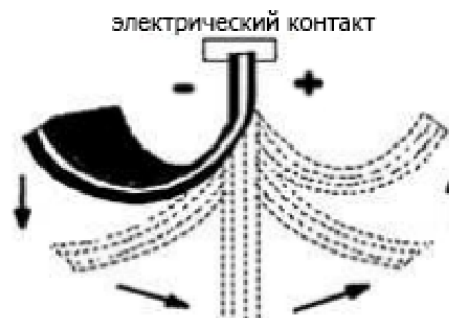


Рисунок 3 - Изгиб трехслойного привода [9]

Исследование свойств ПАНи-привода

Для оценки работоспособности ПАНи-привода рассматриваются [13]: деформация при неизменном давлении (%), выходная удельная мощность (кДж/м³). Данные показатели зависят от проводимости, типа электролита и др. Эти и другие свойства ПАНи, а свою очередь, зависят от метода и условий синтеза полимерной пленки и всего ПАНи-привода.

В литературе рассматривается несколько способов синтеза ПАНи-привода, которые разделяются на 2 группы: химические и электрохимические. [13]

ПАНи был получен химическим способом. Так как ПАНи является индикатором pH среды (зеленый цвет соответствует кислой среде, а щелочи - синий), была проведена качественная реакция. Таким образом, было подтверждено, что полученное вещество является полианилином, и не было совершено ошибок в ходе изготовления. Далее было измерено сопротивление ПАНи (рисунок 4), и вычисленное значение проводимости в итоге оказалось чрезвычайно малым ($8,76 \cdot 10^{-4}$ С/м), тогда как в литературе [13] указываются проводимости около 100 С/м. Это произошло из-за отсутствия органического растворителя [12], необходимого для образования крупных молекул во время полимеризации несоблюдения некоторых условий химической полимеризации, что привело к небольшому размеру полимерных молекул.



Рисунок 4 - Измерение сопротивления полианилина

В данный момент рассматриваются варианты электрохимического синтеза ПАНи-привода.

Заключение

Благодаря таким свойствам как легкость, дешевизна, доступность, биосовместимость ПАНи-привод может быть рассмотрен как кандидат на использование в мобильной, медицинской робототехнике и др. Для улучшения выходных показателей необходимо обеспечить, в первую очередь, высокую проводимость полимерной пленки, которая является основой ПАНи-привода. Химический способ не привел к высоким значениям проводимости по причине несоблюдения некоторых условий. Необходимо проведение электрохимического синтеза ПАНи, а также анализ других путей синтеза.

Список использованных источников

1. Закономерности развития мехатроники и робототехники. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.federspace.ru/149/>. Дата обращения: 20.10.15
2. Shripad S. C., Sagar P. K., Chaitanya B. B. Robots Make Our Work Lighter, But We Have Made the Robots Lighter // International Journal of Modern Engineering Research. – Sep-Oct 2013. – V. 3. – I. 5. – pages 2742-2748.
3. Юревич Е. И. Основы проектирования техники: учебное пособие. – Санкт-Петербург: ГОУВПО «Санкт-Петербургский политехнический университет», 2012. – 135 с.
4. Биосовместимые материалы упростят управление искусственными конечностями. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.innoros.ru/news/15/08/biosovmestimye-materialy-uprostyat-upravlenie-iskusstvennymi-konechnostyami>. Дата обращения: 20.10.15
5. Priam P. Development and Characterization of Conducting Polymer Actuators: Thesis ... Doctor of Philosophy in Mechanical Engineering. Massachusetts Institute of Technology. – Cambridge, Massachusetts, 2011. – 127 p.
6. Electroactive polymers. [Электронный ресурс]. – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Electroactive_polymers. Дата обращения: 21.10.15
7. Bar-Cohen, Y. Artificial Muscles using Electroactive Polymers (EAP): Capabilities, Challenges and Potential // JPL/Caltech (MS 125-224). Pasadena, California, 2005.
8. Malone E., Lipson H. Freeform Fabrication of Electroactive Polymer Actuators and Electromechanical Devices // Mechanical and Aerospace Engineering, Cornell University. Ithaca, New York, 2006.
9. Arias-Pardilla J., Otero T., Martínez J. G., Ismail Y. A. // Aspects on Fundamentals and Applications of Conducting Polymers. – 2012. – Chapter 5: Biomimetic Sensing – Actuators Based on Conducting Polymers. – Pages 87-113.
10. T.F. Otero, M.T. Cortes, G. Vazquez Arenas. Linear movements from two bending triple-layers // Electrochimica. – 2007. – Acta 53. – pages 1252-1258.
11. Electroactive Polymers and Devices 2013-2018: Forecasts, Technologies, Players. – IDTechEx. – 2011. 89 pages.
12. Smela E., Lu W., Mattes B. R. Polyaniline actuators. Part 1. PANI(AMPS) in HCl // Synthetic Metals. – 2005. – V. 151. – P. 25-42.
13. Madden J. D., Conducting Polymer Actuators: Thesis ... Doctor of Philosophy in Mechanical Engineering. Massachusetts Institute of Technology. – Cambridge, Massachusetts, 2000. – 355p.